

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 11295560

(43)Date of publication of application: 29.10.1999

(51)Int.Cl.

G02B 6/42

H01L 31/12

H01S 3/18

H04B 10/08

(21)Application number: 10097512

(71)Applicant:

MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing: 09.04.1998

(72)Inventor:

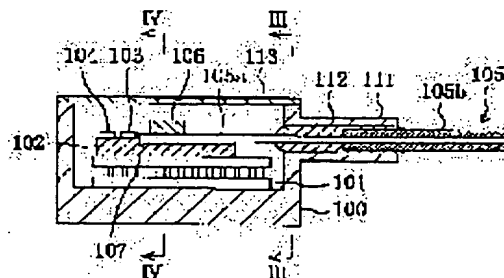
NISHIKAWA TORU
MITSUTA MASAHIRO
UNO TOMOAKI
MATSUDA KENICHI

(54) MODULE FOR OPTICAL COMMUNICATION AND INSPECTION METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To control the temperature of a semiconductor laser element from the outside of a package, to lower the price of a module for optical communication and to miniaturize it.

SOLUTION: A Peltier element 101 is provided on the bottom part of the package 100 and a base 102 is fixed on the Peltier element 101. On the base 102, the semiconductor laser element 103 and a photodetector 104 for monitoring are fixed. A recessed groove whose cross section is chevron-shaped is formed on the upper surface of the base 102 so as to be extended in an optical axis direction and the incident part 105a of an optical fiber 105 is fitted to the recessed groove. A fiber pressing member 106 provided with the recessed groove whose cross section is trapezoidal is fixed on the upper side of the base 102 and the incident part 105a of the optical fiber 105 is clamped by the base 102 and the fiber pressing member 106. A notched part 107 extended in a direction perpendicular to an optical axis is formed at the base 102 and the left end face of the optical fiber 105 is abutted on the wall surface on the side of the semiconductor laser element 103 of the notched part 107.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

[MENU](#)

[SEARCH](#)

[INDEX](#)

[DETAIL](#)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-295560

(43)公開日 平成11年(1999)10月29日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 0 2 B 6/42

G 0 2 B 6/42

H 0 1 L 31/12

H 0 1 L 31/12

H

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

H 0 4 B 10/08

H 0 4 B 9/00

K

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 13 頁)

(21)出願番号

特願平10-97512

(22)出願日

平成10年(1998)4月9日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 西川 透

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 光田 昌弘

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 宇野 智昭

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 前田 弘 (外2名)

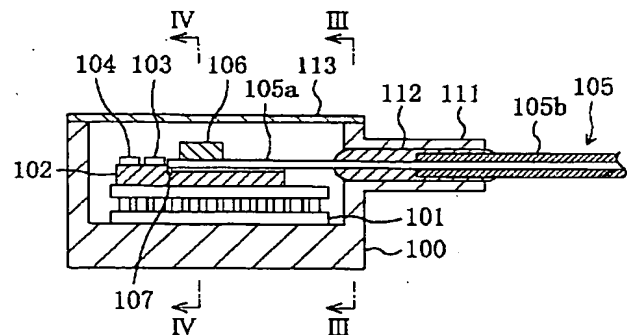
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光通信用モジュール及びその検査方法

(57)【要約】

【課題】 半導体レーザ素子の温度をパッケージの外部から制御できると共に、光通信用モジュールの低価格化及び小型化を実現できるようにする。

【解決手段】 パッケージ100の底部にはペルチェ素子101が設けられ、ペルチェ素子101の上にはベース102が固定されている。ベース102の上には半導体レーザ素子103及びモニター用受光素子104が固定されている。ベース102の上面には断面V字状の凹状溝が光軸方向に延びるように形成され、該凹状溝には光ファイバ105の入射部105aが嵌め込まれている。ベース102の上側には、断面台形状の凹状溝を有するファイバ押さえ部材106が固定されており、光ファイバ105の入射部105aはベース102とファイバ押さえ部材106とにより挟持されている。ベース102には光軸と垂直な方向に延びる切欠き部107が形成されており、切欠き部107の半導体レーザ素子103側の壁面に光ファイバ105の左端面が当接している。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内部が気密に保持されるパッケージと、前記パッケージの底部に固定され、外部から温度制御される冷却手段と、前記冷却手段の上に固定されたベースと、前記ベースの上に固定され、レーザ光を出射する半導体レーザ素子と、前記ベースの上に固定され、前記半導体レーザ素子から出射されたレーザ光の光出力を検出するモニター用受光素子と、前記ベースの上に固定され、一端部に前記半導体レーザ素子から出射されたレーザ光が入射され、他端部から出力信号光を出力する光ファイバとを備えていることを特徴とする光通信用モジュール。

【請求項 2】 前記ベースに設けられ、前記光ファイバの他端部から入力された後、前記光ファイバ内を伝搬する入力信号光を上方へ導く光分岐器と、前記ベースの上に固定され、前記光分岐器により上方へ導かれた入力信号光を受ける受信用受光素子とをさらに備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の光通信用モジュール。

【請求項 3】 前記ベースに設けられ、前記光ファイバ内を伝搬する入力信号光が前記半導体レーザ素子に進入することを阻止するインライン型の光アイソレータをさらに備えていることを特徴とする請求項 2 に記載の光通信用モジュール。

【請求項 4】 前記ベースに設けられ、前記光ファイバの前記半導体レーザ素子に対する位置を規制する光ファイバ位置決め手段をさらに備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の光通信用モジュール。

【請求項 5】 前記光ファイバ位置決め手段は、前記ベースに光軸方向へ延びるように形成され、前記光ファイバが嵌合されることにより前記光ファイバの光軸と垂直な方向の位置を規制する凹状溝と、前記ベースに光軸と垂直な方向へ延びるように形成され、前記半導体レーザ素子側の壁面に前記光ファイバの一端部が当接することにより前記光ファイバの光軸方向の位置を規制する切り込み溝とを有している請求項 4 に記載の光通信用モジュール。

【請求項 6】 前記冷却手段に設けられ、前記ベースの前記冷却手段に対する位置を規制するベース位置決め手段をさらに備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の光通信用モジュール。

【請求項 7】 前記ベース位置決め手段は、前記冷却手段の上面に形成され、前記ベースが嵌合可能な形状を有する凹部であることを特徴とする請求項 6 に記載の光通信用モジュール。

【請求項 8】 前記ベース位置決め手段は、前記冷却手段の上面に形成されたアライメントマークであることを特徴とする請求項 6 に記載の光通信用モジュール。

【請求項 9】 前記冷却手段はペルチェ素子であることを特徴とする請求項 1 に記載の光通信用モジュール。

【請求項 10】 前記半導体レーザ素子は、分布帰還型のレーザ素子、ポンプレーザ、狭放射角レーザ素子又はスポットサイズ変換レーザ素子であることを特徴とする請求項 1 に記載の光通信用レーザ素子。

【請求項 11】 前記光ファイバは、前記半導体レーザ素子のスポット径とほぼ等しいコア径を有する単一モードの光ファイバであることを特徴とする請求項 1 に記載の光通信用モジュール。

【請求項 12】 前記半導体レーザ素子は前記ベースに、鉛を有しない鉛フリー半田によって固定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光通信用モジュール。

【請求項 13】 前記ベースは前記冷却手段に、鉛を有しない熱伝導性ペーストによって固定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光通信用モジュール。

【請求項 14】 前記ベースの下面には金属蒸着層が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光通信用モジュール。

【請求項 15】 前記ベースの上面に形成されており、前記ベースの上面に形成され前記半導体レーザ素子の下部電極と直接に接続された第 1 の外部電極と電気的に接続されている第 1 の検査用電極と、前記ベースの上面に形成されており、前記ベースの上面に形成され前記半導体レーザ素子の上部電極とボンディングワイヤにより接続された第 2 の外部電極と電気的に接続されている第 2 の検査用電極と、前記ベースの上面に形成されており、前記ベースの上面に形成され前記モニター用受光素子の下部電極と直接に接続された第 3 の外部電極と電気的に接続されている第 3 の検査用電極と、前記ベースの上面に形成されており、前記ベースの上面に形成され前記モニター用受光素子の上部電極とボンディングワイヤにより接続された第 4 の外部電極と電気的に接続されている第 4 の検査用電極とをさらに備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の光通信用モジュール。

【請求項 16】 ベースの上に固定され、レーザ光を出射する半導体レーザ素子と、前記ベースの上に固定され、前記半導体レーザ素子から出射されたレーザ光の光出力を検出するモニター用受光素子と、前記ベースの上に固定され、一端部に前記半導体レーザ素子から出射されたレーザ光が入射され、他端部から出力信号光を出力する光ファイバと、前記ベースの上面に形成され、前記半導体レーザ素子の下部電極と電気的に接続された第 1 の検査用電極と、前記ベースの上に形成され、前記半導体レーザ素子の上部電極と電気的に接続された第 2 の検査用電極と、前記ベースの上面に形成され、前記モニター用受光素子の下部電極と電気的に接続された第 3 の検査用電極と、前記ベースの上面に形成され、前記モニター用受光素子の上部電極と電気的に接続された第 4 の検査用電極とをさらに備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の光通信用モジュール。

査用電極と、前記モニター用受光素子の上部電極と電気的に接続された第4の検査用電極とを有する光通信用モジュールの検査方法であって、

前記第1の検査用電極に第1のプロブ針を接触させると共に前記第2の検査用電極に第2のプロブ針を接触させ、前記第1のプロブ針と前記第2のプロブ針との間に検査用電流を印加する電流印加工程と、

前記第3の検査用電極に第3のプロブ針を接触させると共に前記第4の検査用電極に第4のプロブ針を接触させ、前記第3のプロブ針と前記第4のプロブ針との間に流れる電流を検出する電流検出工程と、

前記電流検出工程において検出された電流に基づき、前記半導体レーザ素子の電気特性を検査する検査工程とを備えていることを特徴とする光通信用モジュールの検査方法。

【請求項17】 前記第1の検査用電極は、前記ベースの上に形成され前記半導体レーザ素子の下部電極と直接に接続された第1の外部電極と電気的に接続されており、前記第2の検査用電極は、前記ベースの上に形成され前記半導体レーザ素子の上部電極とボンディングワイヤにより接続された第2の外部電極と電気的に接続されており、前記第3の検査用電極は、前記ベースの上に形成され前記モニター用受光素子の下部電極と直接に接続された第3の外部電極と電気的に接続されており、前記第4の検査用電極は、前記ベースの上に形成され前記モニター用受光素子の上部電極とボンディングワイヤにより接続された第4の外部電極と電気的に接続されていることを特徴とする請求項16に記載の光通信用モジュールの検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 光信号を光ファイバで双方向に伝送する光伝送システムに使用される光通信用モジュール及びその検査方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、センター局からデータや多チャネルの映像情報等の光信号を加入者である一般家庭又はその付近（電柱又は数戸の住宅の間）まで光ファイバを用いて伝送する光加入者システムが提案され、検討されている。この光加入者システムに用いられる光通信用モジュールは屋内だけでなく電柱等の屋外でも使用されることが考えられる。従って、屋内と比較して厳しい屋外の温度条件下でも、光通信用モジュールを安定して動作させる必要がある。光通信用モジュールの光出力特性は温度依存性が大きいので、環境温度に関係なく安定した光出力特性を得るためには、光通信用モジュールの温度を一定に保つ必要がある。

【0003】 従って、光加入者システムに用いられる光通信用モジュールにおいては、レーザ光を出射する半導体レーザ素子の温度をパッケージの外部から制御できる

ことが好ましい。

【0004】 そこで、光加入者システムに用いられる光通信用モジュールとして、特開平9-21929号に記載され、図11に示す構造のものが提案されている。

【0005】 以下、従来の光通信用モジュールについて図11を参照しながら説明する。

【0006】 パッケージ10の底部にはペルチェ素子11が設けられており、該ペルチェ素子11の上には金属製のレンズマウント12が載置されている。レンズマウント12の上における中央部にはレーザマウント13が固定され、該レーザマウント13は半導体レーザ素子14を保持している。レンズマウント12におけるレーザマウント13の右側には、半導体レーザ素子14から出射されるレーザ光を集光する非球面レンズ15が設けられている。

【0007】 パッケージ10の出射部10aには光アイソレータ16が設けられていると共に、パッケージ10の出射部10aにおける光アイソレータ16の内側には気密用ガラス板17が固定されている。また、パッケージ10の出射部10aには円筒状のファイバ固定部材18が固定され、該ファイバ固定部材18は光ファイバ19の一端に固定されたフェルル20を保持している。

【0008】 レンズマウント12の上におけるレーザマウント13の左側にはモニターマウント21が固定され、該モニターマウント21は、半導体レーザ素子14から出射されるレーザ光をモニターするモニター用受光素子22を保持している。また、レーザマウント12の上におけるモニターマウント21の左側には、レンズマウント12の温度を検出する温度検出器23が設けられている。

【0009】 パッケージ10は前述した各部材が収納された状態でキャップ24によって気密封止される。この場合、パッケージ10の内部を長期間に亘って気密状態に保つためにパッケージ10とキャップ24とは溶接されていると共に、気密用ガラス17の周囲には金属膜が形成され、該金属膜とパッケージ10とは半田により固定されている。また、光アイソレータ16とパッケージ10の出射部10aとの間も気密封止されている。

【0010】 前記従来の光通信用モジュールにおいては、半導体レーザ素子14から出射されたレーザ光は非球面レンズ15により光ファイバ19の一端部に結合した後、光ファイバ19を伝搬して該光ファイバ19の他端部から出力信号光として出力される。

【0011】 また、半導体レーザ素子14から出射されるレーザ光の光出力をモニター用受光素子22によりモニターすることによって、半導体レーザ素子14の光出力が制御されると共に、レンズマウント12の温度は温度検出器23及びペルチェ素子11によって制御される。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前述したように、光加入者システムに用いられる光通信用モジュールにおいては、レーザ光を出射する半導体レーザ素子の温度をパッケージの外部から制御できることが好ましいと共に、光加入者システムの普及に伴って、光通信用モジュールの低価格化及び小型化が望まれる。

【0013】ところが、前記従来の光通信用モジュールにおいては、部品点数が多いので、低価格化及び小型化が制約されるという問題がある。

【0014】前記に鑑み、本発明は、半導体レーザ素子の温度をパッケージの外部から制御できると共に、光通信用モジュールの低価格化及び小型化を実現できるようにすることを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するため、本発明に係る光通信用モジュールは、内部が気密に保持されるパッケージと、パッケージの底部に固定され、外部から温度制御される冷却手段と、冷却手段の上に固定されたベースと、ベースの上に固定され、レーザ光を出射する半導体レーザ素子と、ベースの上に固定され、半導体レーザ素子から出射されたレーザ光の光出力を検出するモニター用受光素子と、ベースの上に固定され、一端部に半導体レーザ素子から出射されたレーザ光が入射され、他端部から出力信号光を出力する光ファイバとを備えている。

【0016】本発明の光通信用モジュールによると、冷却手段の上に固定されたベースの上に半導体レーザ素子が直接に固定されているため、半導体レーザ素子に発生した熱はベースを介して冷却手段に直接に伝わると共にベースと半導体レーザ素子との間に半導体レーザ素子を保持するレーザマウントが不要になる。また、半導体レーザ素子から出射されたレーザ光は光ファイバに直接に入射するため、半導体レーザ素子から出射されたレーザ光を集光する集光レンズが不要になる。

【0017】本発明の光通信用モジュールは、ベースに設けられ、光ファイバの他端部から入力された後、光ファイバ内を伝搬する入力信号光を上方へ導く光分岐器と、ベースの上に固定され、光分岐器により上方へ導かれた入力信号光を受ける受信用受光素子とをさらに備えていることが好ましい。

【0018】本発明の光通信用モジュールは、ベースに設けられ、光ファイバ内を伝搬する入力信号光が半導体レーザ素子に進入することを阻止するインライン型の光アイソレータをさらに備えていることが好ましい。

【0019】本発明の光通信用モジュールは、ベースに設けられ、光ファイバの半導体レーザ素子に対する位置を規制する光ファイバ位置決め手段をさらに備えていることが好ましい。

【0020】この場合、光ファイバ位置決め手段は、ベースに光軸方向へ延びるように形成され、光ファイバが

嵌合されることにより光ファイバの光軸と垂直な方向の位置を規制する凹状溝と、ベースに光軸と垂直な方向へ延びるように形成され、半導体レーザ素子側の壁面に光ファイバの一端部が当接することにより光ファイバの光軸方向の位置を規制する切り込み溝とを有していることが好ましい。

【0021】本発明の光通信用モジュールは、冷却手段に設けられ、ベースの冷却手段に対する位置を規制するベース位置決め手段をさらに備えていることが好ましい。

【0022】この場合、ベース位置決め手段は、冷却手段の上面に形成され、ベースが嵌合可能な形状を有する凹部であることが好ましい。

【0023】また、この場合、ベース位置決め手段は、冷却手段の上面に形成されたアライメントマークであることが好ましい。

【0024】本発明の光通信用モジュールにおいて、冷却手段はペルチェ素子であることが好ましい。

【0025】本発明の光通信用モジュールにおいて、半導体レーザ素子は、分布帰還型のレーザ素子、ポンプレザ、狭放射角レーザ素子又はスポットサイズ変換レーザ素子であることが好ましい。

【0026】本発明の光通信用レーザ素子において、光ファイバは、半導体レーザ素子のスポット径とほぼ等しいコア径を有する単一モードの光ファイバであることが好ましい。

【0027】本発明の光通信用モジュールにおいて、半導体レーザ素子はベースに、鉛を有しない鉛フリー半田によって固定されていることが好ましい。

【0028】本発明の光通信用モジュールにおいて、ベースは冷却手段に、鉛を有しない熱伝導性ペーストによって固定されていることが好ましい。

【0029】本発明の光通信用モジュールにおいて、ベースの下面には金属蒸着層が形成されていることが好ましい。

【0030】本発明の光通信用モジュールは、ベースの上面に形成されており、ベースの上面に形成され半導体レーザ素子の下部電極と直接に接続された第1の外部電極と電気的に接続されている第1の検査用電極と、ベースの上面に形成されており、ベースの上面に形成され半導体レーザ素子の上部電極とボンディングワイヤにより接続された第2の外部電極と電気的に接続されている第2の検査用電極と、ベースの上面に形成されており、ベースの上面に形成されモニター用受光素子の下部電極と直接に接続された第3の外部電極と電気的に接続されている第3の検査用電極と、ベースの上面に形成されており、ベースの上面に形成されモニター用受光素子の上部電極とボンディングワイヤにより接続された第4の外部電極と電気的に接続されている第4の検査用電極とをさらに備えていることが好ましい。

【0031】本発明に係る光通信モジュールの検査方法は、ベースの上に固定され、レーザ光を出射する半導体レーザ素子と、ベースの上に固定され、半導体レーザ素子から出射されたレーザ光の光出力を検出するモニター用受光素子と、ベースの上に固定され、一端部に半導体レーザ素子から出射されたレーザ光が入射され、他端部から出力信号光を出力する光ファイバと、ベースの上面に形成され、半導体レーザ素子の下部電極と電気的に接続された第1の検査用電極と、ベースの上に形成され、半導体レーザ素子の上部電極と電気的に接続された第2の検査用電極と、ベースの上面に形成され、モニター用受光素子の下部電極と電気的に接続された第3の検査用電極と、モニター用受光素子の上部電極と電気的に接続された第4の検査用電極とを有する光通信モジュールの検査方法であって、第1の検査用電極に第1のプロブ針を接触させると共に第2の検査用電極に第2のプロブ針を接触させ、第1のプロブ針と第2のプロブ針との間に検査用電流を印加する電流印加工程と、第3の検査用電極に第3のプロブ針を接触させると共に第4の検査用電極に第4のプロブ針を接触させ、第3のプロブ針と第4のプロブ針との間に流れる電流を検出する電流検出工程と、電流検出工程において検出された電流に基づき、半導体レーザ素子の電気特性を検査する検査工程とを備えている。

【0032】本発明の光通信モジュールの検査方法によると、第1のプロブ針と第2のプロブ針との間に検査用電流を印加することにより、第1の検査用電極と第2の検査用電極との間ひいては半導体レーザ素子の下部電極と上部電極との間に検査用電流を印加することができると共に、第3のプロブ針と第4のプロブ針との間の電流を検出することにより、第3の検査用電極と第4の検査用電極との間に流れる電流ひいてはモニター用受光素子の下部電極と上部電極との間に流れる電流を検出することができる。

【0033】本発明の光通信モジュールの検査方法において、第1の検査用電極は、ベースの上に形成され半導体レーザ素子の下部電極と直接に接続された第1の外部電極と電気的に接続されており、第2の検査用電極は、ベースの上に形成され半導体レーザ素子の上部電極とボンディングワイヤにより接続された第2の外部電極と電気的に接続されており、第3の検査用電極は、ベースの上に形成されモニター用受光素子の下部電極と直接に接続された第3の外部電極と電気的に接続されており、第4の検査用電極は、ベースの上に形成されモニター用受光素子の上部電極とボンディングワイヤにより接続された第4の外部電極と電気的に接続されていることが好ましい。

【0034】

【発明の実施の形態】（第1の実施形態）以下、本発明の第1の実施形態に係る光通信モジュールについて図

1～図4を参照しながら説明する。図1は光通信モジュールの側方断面図、図2はキャップを取り除いた状態の光通信モジュールの平面図、図3は図1におけるII-I-III線の断面図、図4は図1におけるVI-VI線の断面図である。

【0035】パッケージ100の底部には冷却手段としてのペルチェ素子101が設けられており、該ペルチェ素子101の上には方形板状のベース102が固定されている。ベース102をペルチェ素子101に固定する方法としては、半田付け又は樹脂等の接着剤が挙げられ、鉛が含まれていない鉛フリー半田又は鉛フリーペーストを用いると、人体に対する悪影響を防止できる。

【0036】また、ベース102をペルチェ素子101に熱伝導性ペーストによって固定したり、ベース102の下面に金属蒸着層を形成したりすると、ベース102とペルチェ素子101との間の熱伝導性を向上させることができる。

【0037】ベース102の上における図1及び図2の左側には、例えば波長1.3 μ m帯のレーザ光を出射する半導体レーザ素子103と、該半導体レーザ素子103から出射されるレーザ光の強度をモニターするフォトダイオードからなるモニター用受光素子104とが画像認識により高精度に搭載されている。

【0038】ベース102の上面における半導体レーザ素子103が搭載されている部分よりも右側には、図4に示すように、断面V字状の凹状溝が光軸方向に延びるように形成されており、該凹状溝には単一モードの光ファイバ105の入射部105aが嵌め込まれている。

【0039】ベース102の中央部の上側には、断面台形状の凹状溝を有するファイバ押さえ部材106が固定されており、光ファイバ105の入射部105aは、ベース102の凹状溝の両壁面とファイバ押さえ部材106の底面との3点によって挟持されている。

【0040】ベース102における半導体レーザ素子103が搭載されている部分の右側には、光軸と垂直な方向に延びる切欠き部107が形成されている。切欠き部107の半導体レーザ素子103側の壁面に光ファイバ105の左端面（入射端面）が当接しており、これによって、半導体レーザ素子103と光ファイバ105の左端面（入射端面）との距離が規制されている。

【0041】光ファイバ105の入射部105aが3点によって挟持されていること及び光ファイバ105の入射端面が切欠き部107の壁面に当接していることによって、パッシブアライメント方式でサブミクロンオーダーの光軸調整が可能になっている。

【0042】ベース102の上面における切欠き部107よりも左側には、半導体レーザ素子103に電流を印加したり又はモニター用受光素子104に生じる電流を検出したりするための外部電極108が設けられており、該外部電極108は外部リード109とボンディン

グワイヤ110によって電氣的に接続されている。また、ペルチェ素子101と外部リード109ともボンディングワイヤ110によって電氣的に接続されている。

【0043】パッケージ100における右側の壁部には光ファイバ105を保持するための筒状部111がパッケージ100と一体に設けられており、該筒状部111に挿通されている光ファイバ105のジャケット部105bは筒状部111に固定用樹脂112によって固定されている。尚、パッケージ100の内部の気密性を向上させるためには、光ファイバ105のジャケット105bの表面に金属層（図示は省略している。）を形成し、該金属層と筒状部111とを半田によって固定することが好ましい。

【0044】モジュール100の内部に前述した各部材を搭載した後、モジュール100の上部開口部はキャップ113によって気密封止されている。キャップ113をモジュール100に固定する手段としては、溶接、半田付け又は樹脂等の接着剤が挙げられ、溶接、半田付け及び接着剤の順に、気密性は劣るがコスト的には有利になる。この場合、鉛が含まれていない鉛フリー半田又は鉛フリーペーストを用いると、人体に対する悪影響を防止できる。

【0045】ところで、ベース102の上に半導体レーザ素子103、モニター用受光素子104及び光ファイバ105を高精度に実装するために、ベース102の上には画像認識用のアライメントマーク（図示は省略している。）及び断面V字状の凹状溝を高精度に加工する必要がある。また、半導体レーザ素子103から発生する熱をベース102を介してペルチェ素子101に効率良く放散させる必要がある。

【0046】従って、ベース102を構成する材料としては、加工が容易で且つ熱伝導率の良いシリコンの単結晶が好ましい。シリコンの単結晶は、フォトリソグラフィ、異方性エッチング及び金属蒸着等の半導体プロセスを駆使して非常に高精度な形状に加工することができる。また、シリコンの単結晶は熱伝導性が高いため、半導体レーザ素子103のヒートシンクとしても十分な役割を果たすことができる。

【0047】半導体レーザ素子103としては、レーザ光を光ファイバ105の入射端面に高い結合効率で結合するために、狭放射角レーザ素子のようにスポットサイズが大きいものが好ましい。

【0048】通常のスポットサイズを持つ半導体レーザ素子103を用いる場合には、半導体レーザ素子103のスポットサイズと同程度のコア径を持つ光ファイバ105を使用して、レーザ光を光ファイバ105の入射部105aに直接に結合させることにより、高い結合効率を得ることができる。例えば、光ファイバ105のコア部の径と半導体レーザ素子103のスポットサイズとの差を約 $3.0\mu\text{m}$ 以下にすると、80%程度の結合効率

が得られる。

【0049】また、半導体レーザ素子103としては、光通信用モジュールが波長多重システムの光信号出力源として用いられ単一波長で発振する必要がある場合には、狭放射角機能を有するDFB（分布帰還型）レーザ素子が好ましく、光通信用モジュールがファイバアンプ等のように非常に高い出力が求められる場合には、長い共振器長を有するポンブレザ素子が好ましい。

【0050】モニター用受光素子104としては、導波路型又はエッチング面取ミラー型等の端面入射型のフォトダイオードを用いることが好ましい。

【0051】（第1の実施形態の第1変形例）ところで、パッケージ100の内部の気密性を向上させるためには、筒状部111と光ファイバ105のジャケット105bとの隙間は小さい方が好ましく、該隙間を小さくするためには、ベース102を高精度でペルチェ素子101に実装する必要がある。

【0052】そこで、第1の変形例においては、図5に示すように、ペルチェ素子101の上部にベース102が嵌合可能な大きさの位置決め用凹部120が設けられていると共に、位置決め用凹部120の底面に画像認識用のアライメントマーク121が形成されている。

【0053】尚、図示は省略したが、パッケージ100の底部にペルチェ素子101が嵌合可能な大きさの位置決め用凹部を設けたり、画像認識用のアライメントマークを設けたりしてもよい。

【0054】このようにすると、ベース102のパッケージ100に対する位置精度が向上するため、パッケージ100の筒状部111と光ファイバ105のジャケット105bとの隙間を小さくして、パッケージ100の内部の気密性を向上させることができる。

【0055】（第1の実施形態の第2変形例）ところで、第1の実施形態に係る光通信用モジュールにおいては、光ファイバ105のビッグテールがパッケージ100から突出している。このため、光ファイバ105のビッグテールがパッケージ100から突出した状態で、光ファイバ105の入射部105aをベース102に固定する作業が必要になるので、生産性が損なわれたり、また、光通信用モジュールの占有面積が大きくなって量産性が損なわれる等の問題がある。

【0056】そこで、第2変形例においては、図6に示すように、ジャケット105bを有しない第1の光ファイバ105A（光通信用モジュールを構成する光ファイバ）におけるパッケージ100の筒状部111に挿入される部分に第1のフェルール131を固定すると共に、ジャケット105bを有する第2の光ファイバ105B（光伝送路を構成する光ファイバ）におけるジャケット105bが取り除かれた先端部に第2のフェルール132を固定し、第1のフェルール131と第2のフェルール132とを割スリーブ133によって固定している。

また、第2の光ファイバ105Bと第2のフェルール132とは筒状の連結部材134によって一体化されている。

【0057】このようにすると、第1の光ファイバ105Aの入射部105aをベース102に固定する際には、第1の光ファイバ105Aと第2の光ファイバ105Bとを分離しておくことができるため、生産性が向上すると共に、光通信用モジュールの占有面積が小さくなるので量産性も向上する。

【0058】また、第1の光ファイバ105Aに固定された第1のフェルール131と第2の光ファイバ105Bに固定された第2のフェルール132とは割スリーブ133によって一体化されているため、0.3dB以下の低い損失で第1の光ファイバ105Aと第2の光ファイバ105Bとを接続することができる。

【0059】従って、第2変形例によると、光通信用モジュールの生産ラインの省スペース化が可能になると共に、光通信用モジュールのハンドリングが容易になるため生産ラインの自動化率を向上させることができる。

【0060】(第2の実施形態)以下、本発明の第2の実施形態に係る光通信用モジュールについて図7を参照しながら説明する。図7は光通信用モジュールの側方断面図であるが、図7においては、パッケージ及びキャップは図示を省略している。

【0061】第2の実施形態に係る光通信用モジュールは、信号光を出力する光送信機能と信号光が入力される光受信機能とを併せ持つ複合機能型の光通信用モジュールである。

【0062】第2の実施形態においても、第1の実施形態と同様、ペルチェ素子201の上には方形板状の送信用ベース202が設けられており、該送信用ベース202の上には半導体レーザ素子203及びモニター用受光素子204が高精度に搭載されている。また、送信用ベース202の上面には断面V字状の凹状溝が光軸方向に延びるように形成されており、該凹状溝には単一モードの光ファイバ205が嵌め込まれている。送信用ベース202の中央部の上側には、断面台形状の凹状溝を有するファイバ押さえ部材206が固定されており、光ファイバ205は送信用ベース202の凹状溝の両壁面とファイバ押さえ部材206の底面との3点によって挟持されている。さらに、送信用ベース202における半導体レーザ素子203が搭載されている部分の右側には、光軸と垂直な方向に延びる切欠き部207が形成されており、該切欠き部207の半導体レーザ素子203側の壁面に光ファイバ205の左端面(入射端面)が当接している。

【0063】第2の実施形態の特徴として、ペルチェ素子201の上には受信用ベース210が搭載されており、該受信用ベース210の中央部には光ファイバ205に対して所定角度を持つように光分岐器211が挿入

されている。光分岐器211は、半導体レーザ素子203から出射された後、光ファイバ205のコア部を左方から右方に伝搬する出力信号光を通過させる一方、光ファイバ205の右端部から入射された後、光ファイバ205のコア部を右方から左方に伝搬する入力信号光を上方に導く。受信用ベース210の上面における光分岐器211の上側には、光分岐器211によって上方へ導かれた入力信号光を受光する受信用受光素子212が設けられている。

【0064】また、受信用ベース202における右側部分にはインライン型の小型アイソレータ213が挿入されており、光ファイバ205を伝搬する入力信号光が半導体レーザ素子203に進入することが防止されている。光ファイバ205の伝送経路にインライン型の小型アイソレータ213を挿入することは、半導体レーザ素子203として、外部から入射する光の影響を受けやすいDFBレーザ素子を用いる場合に特に有効である。

【0065】第2の実施形態においては、入力信号光の波長、出力信号光の波長及び光分岐器211の種類を選択することによって、各種の用途に対応できる光通信用モジュールを実現することができる。以下、光通信用モジュールの用途、入力信号光及び出力信号光の波長並びに光分岐器211の種類について説明する。

【0066】(1) 波長1.3 μ m帯の信号光を送信する送信機能と、波長1.55 μ m帯の信号光を受信する受信機能とを併せ持つ光通信用モジュールの場合には、半導体レーザ素子203の発振波長を1.3 μ m帯とし、受信用受光素子212の受信波長を1.55 μ m帯とし、光分岐器212としては1.3 μ m帯の光を通過させる一方、1.55 μ m帯の光を反射させるWDM型フィルター(多重伝送型フィルター)を用い、小型アイソレータ213としては半導体レーザ素子203から出射される光が外部に出射されるような透過方向を有しておればよい。また、受信用受光素子212としては、1.55 μ m帯の光を感じないパスバンド型であることが好ましい。

【0067】(2) 波長1.55 μ m帯の信号光を送信する送信機能と、波長1.3 μ m帯の信号光を受信する受信機能とを併せ持つ光通信用モジュールの場合には、半導体レーザ素子203の発振波長を1.55 μ m帯とし、受信用受光素子212の受信波長を1.3 μ m帯とし、光分岐器212としては1.55 μ m帯の光を通過させる一方、1.3 μ m帯の光を反射させるWDM型フィルターを用い、小型アイソレータ213としては半導体レーザ素子203から出射される光が外部に出射されるような透過方向を有しておればよい。

【0068】(3) 波長1.3 μ m帯の信号光を送信する送信機能と、波長1.3 μ m帯の信号光を受信する受信機能とを併せ持つ光通信用モジュールの場合には、半導体レーザ素子203の発振波長を1.3 μ m帯とし、

受信用受光素子212の受信波長も1.3 μ m帯とし、光分岐器212としては1.3 μ m帯の光を所定割合だけ通過させ且つ所定割合だけ反射するハーフミラーを用い、小型アイソレータ213としては半導体レーザ素子203から出射される光が外部に出射されるような透過方向を有しておればよい。

【0069】(4) 波長1.55 μ m帯の信号光を送信する送信機機能と、波長1.55 μ m帯の信号光を受信する受信機能とを併せ持つ光通信用モジュールの場合には、半導体レーザ素子203の発振波長を1.55 μ m帯とし、受信用受光素子212の受信波長も1.55 μ m帯とし、光分岐器212としては1.55 μ m帯の光を所定割合だけ通過させ且つ所定割合だけ反射するハーフミラーを用い、小型アイソレータ213としては半導体レーザ素子203から出射される光が外部に出射されるような透過方向を有しておればよい。

【0070】(第3の実施形態) 以下、本発明の第3の実施形態に係る光通信用モジュールの検査方法について図8～図10を参照しながら説明する。図8は光通信用モジュールの部分平面図、図9は検査方法を示す部分拡大斜視図、図10は検査方法を示す全体斜視図である。

【0071】まず、第3の実施形態に係る検査方法が適用される光通信用モジュールの平面構造について説明する。

【0072】第3の実施形態においても、第1の実施形態と同様、図示を省略したペルチェ素子の上に設けられた方形板状のベース302の上には半導体レーザ素子303及びモニター用受光素子304が高精度に搭載されている。また、ベース302の上面には断面V字状の凹状溝305が光軸方向に延びるように形成されており、該凹状溝305には図示しない単一モードの光ファイバが嵌め込まれる。ベース302における半導体レーザ素子303が搭載されている部分の右側には、光軸と垂直な方向に延びる切欠き部307が形成されており、該切欠き部307の半導体レーザ素子303側の壁面には図示しない単一モードの光ファイバの左端面が当接する。

【0073】ベース302の上面における切欠き部307よりも左側には、半導体レーザ素子303の下部電極に直接に接続された第1の外部電極308A、半導体レーザ素子303の上部電極に第1のボンディングワイヤ309により接続された第2の外部電極308B、モニター用受光素子304の下部電極に直接に接続された第3の外部電極308C及びモニター用受光素子304の上部電極に第1のボンディングワイヤ309により接続された第4の外部電極308Dがそれぞれ設けられている。

【0074】第3の実施形態の特徴として、ベース302の上面における切欠き部307よりも右側には、第1の外部電極308Aと第2のボンディングワイヤ311により接続された第1の検査用電極310A及び第2の

外部電極308Bと第2のボンディングワイヤ311により接続された第2の検査用電極310Bがそれぞれ設けられ、ベース302の上面における第3の外部電極308Cの外側には該第3の外部電極308Cと第2のボンディングワイヤ311により接続された第3の検査用電極310Cが設けられ、ベース302の上面における第4の外部電極308Dの外側には該第4の外部電極308Dと第2のボンディングワイヤ311により接続された第4の検査用電極310Dが設けられている。

【0075】以下、第3の実施形態に係る光通信用モジュールの検査方法について図9及び図10を参照しながら説明する。

【0076】図9及び図10に示すように、検査用基板320にはベース302が挿入可能な大きさの位置決め用凹部321が形成されており、該位置決め用凹部321にはベース302が配置されている。尚、図10においては位置決め用凹部321は一次元的に形成されているが、位置決め用凹部321は二次元的に形成されていてもよい。

【0077】図示を省略した検査装置(スクリーニング装置)の所定の位置に検査用基板320をセットした後、スクリーニング用のフォトディテクタ322を該フォトディテクタ322の受光部322aが半導体レーザ素子303の光軸と一致するように接近させる。次に、半導体レーザ素子303に検査用電流を印加する駆動回路に接続された第1のプロープ針323A及び第2のプロープ針323Bを第1の検査用電極310A及び第2の検査用電極310Bにそれぞれ接触させると共に、モニター用受光素子304から出力されるモニター電流を検出する検査用回路に接続された第3のプロープ針323C及び第4のプロープ針323Dを第3の検査用電極310C及び第4の検査用電極310Dにそれぞれ接触させる。次に、第1のプロープ針323A及び第2のプロープ針323Bから半導体レーザ素子303の下部電極及び上部電極の間に検査用電流を印加した状態で、第3のプロープ針323Cと第4のプロープ針324Dとの間に流れる電流を検出し、検出された電流に基づいて半導体レーザ素子303の電気的特性を検査する。このようにすると、光通信用モジュールの構造の複雑化を招くことなく、半導体レーザ素子303の電気的特性を検査することができる。

【0078】尚、第3の実施形態においては、半導体レーザ素子303から出射されるレーザ光の出力をモニター用受光素子304により検出したが、半導体レーザ素子303から出射されるレーザ光の出力をモニター用受光素子304及びフォトディテクタ322により検出してもよい。このようにすると、半導体レーザ素子303及びモニター用受光素子304の電気的特性を同時に検査することができる。

【0079】

【発明の効果】本発明の光通信用モジュールによると、半導体レーザ素子に発生した熱はベースを介して冷却手段に直接に伝わるので、放熱性が向上すると共に半導体レーザ素子の温度を冷却手段によって直接に制御することができる。また、ベースと半導体レーザ素子との間に半導体レーザ素子を保持するレーザマウントが不要になると共に半導体レーザ素子から出射されたレーザ光を集光する集光レンズが不要になるため、光通信用モジュールの低価格化及び小型化を図ることができる。

【0080】本発明の光通信用モジュールが、ベースに設けられ、光ファイバの他端部から入力された後、光ファイバ内を伝搬する入力信号光を上方へ導く光分岐器と、ベースの上に固定され、光分岐器により上方へ導かれた入力信号光を受ける受信用受光素子とを備えていると、光分岐器により上方へ導かれた入力信号光を受信用受光素子により受信できるので、双方向伝送システムに用いられる光通信用モジュールの小型化を図ることができる。

【0081】本発明の光通信用モジュールが、ベースに設けられ、光ファイバ内を伝搬する入力信号光が半導体レーザ素子に進入することを阻止するインライン型の光アイソレータを備えていると、光ファイバの他端部から入力された入力信号光は半導体レーザ素子に進入しない。従って、半導体レーザ素子として、外部から入射する光の影響を受けやすいDFBレーザ素子を用いることが可能になる。

【0082】本発明の光通信用モジュールが、ベースに設けられ、光ファイバの半導体レーザ素子に対する位置を規制する光ファイバ位置決め手段を備えていると、光ファイバの半導体レーザ素子に対する位置を光軸調整を行なうことなく機械的な精度のみで規制できるので、パッシブアライメント方式により光ファイバを実装することができる。

【0083】この場合、光ファイバ位置決め手段が、ベースに光軸方向へ延びるように形成され、光ファイバが嵌合されることにより光ファイバの光軸と垂直な方向の位置を規制する凹状溝と、ベースに光軸と垂直な方向へ延びるように形成され、半導体レーザ素子側の壁面に光ファイバの一端部が当接することにより光ファイバの光軸方向の位置を規制する切り込み溝とを有していると、半導体レーザ素子から出射されるレーザ光の光軸と光ファイバのコア部の中心軸とを一致させることが容易になると共に半導体レーザ素子と光ファイバの一端部との距離を規制することができるので、パッシブアライメント方式により実装された光ファイバの一端部における結合効率を一層向上させることができる。

【0084】本発明の光通信用モジュールが、冷却手段に設けられ、ベースの冷却手段に対する位置を規制するベース位置決め手段を備えていると、ベースの冷却手段に対する位置を正確に規制することができる。

【0085】ベース位置決め手段が、冷却手段の上面に形成され、ベースが嵌合可能な形状を有する凹部であると、ベースの冷却手段に対する位置を簡易且つ正確に規制することができる。

【0086】また、ベース位置決め手段が、冷却手段の上面に形成されたアライメントマークであると、画像認識によってベースの冷却手段に対する位置を一層に規制することができる。

【0087】本発明の光通信用モジュールにおいて、冷却手段がペルチェ素子であると、ベースの温度ひいては半導体レーザ素子の温度を外部から容易且つ正確に制御することができる。

【0088】本発明の光通信用モジュールにおいて、半導体レーザ素子が分布帰還型のレーザ素子であると、出力信号光の波長及び出力を広い温度範囲において安定させることができ、半導体レーザ素子がポンプレーザであると、出力信号光の出力を増大することができ、半導体レーザ素子が狭放射角レーザ素子又はスポットサイズ変換レーザ素子であると、半導体レーザ素子から出射されるレーザ光を高い結合効率で光ファイバの一端部に結合させることができる。

【0089】本発明の光通信用レーザ素子において、光ファイバが、半導体レーザ素子のスポット径とほぼ等しいコア径を有する単一モードの光ファイバであると、半導体レーザ素子から出射されるレーザ光を高い結合効率で光ファイバの一端部に結合させることができる。

【0090】本発明の光通信用モジュールにおいて、半導体レーザ素子がベースに鉛フリー半田によって固定されていると、製造工程における人体への悪影響を防止することができる。

【0091】本発明の光通信用モジュールにおいて、ベースは冷却手段に熱伝導性ペーストによって固定されていると、半導体レーザ素子に発生する熱をベースを介して冷却手段に効率良く放散することができる。

【0092】本発明の光通信用モジュールにおいて、ベースの下面に金属蒸着層が形成されていると、ベースと冷却手段との間の熱交換効率が向上するので、半導体レーザ素子に発生する熱をベースを介して冷却手段に効率良く放散することができる。本発明の光通信用モジュールが第1、第2、第3及び第4の検査用電極を備えていると、第1の検査用電極と第2の検査用電極との間に検査用電流を印加すると共に、第3の検査用電極と第4の検査用電極との間に流れる電流を検出することにより、半導体レーザ素子の電気特性を容易に検査することができる。この場合、第1～第4の検査用電極はベースの上面に形成されているので、光通信用モジュールの小型化を妨げることなく、半導体レーザ素子の電気特性を検査することができる。

【0093】本発明の光通信用モジュールの検査方法によると、第1のプロブ針と第2のプロブ針との間に

検査用電流を印加することにより、半導体レーザ素子の下部電極と上部電極との間に検査用電流を印加することができると共に、第3のプロープ端子と第4のプロープ端子との間の電流を検出することにより、モニター用受光素子の下部電極と上部電極との間に流れる電流を検出することができるので、半導体レーザ素子の電気的特性を容易且つ確実に検査することができる。

【0094】本発明の光通信用モジュールの検査方法において、第1の検査用電極と第1の外部電極、第2の検査用電極と第2の外部電極、第3の検査用電極と第3の外部電極、及び第4の検査用電極と第4の外部電極とがそれぞれ電気的に接続されていると、第1及び第2の検査用電極と半導体レーザ素子の下部電極及び上部電極との電気的接続並びに第3及び第4の検査用電極とモニター用受光素子の下部電極及び上部電極との電気的接続を簡易に行なうことができるので、光通信用モジュールの小型化を妨げることなく、半導体レーザ素子の電気特性を検査することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係る光通信用モジュールを示す側方断面図である。

【図2】第1の実施形態に係る光通信用モジュールのキャップを取り除いた状態を示す平面図である。

【図3】第1の実施形態に係る光通信用モジュールを示す、図1におけるIII-III線の断面図である。

【図4】第1の実施形態に係る光通信用モジュールを示す、図1におけるVI-VI線の断面図である。

【図5】第1の実施形態の第1変形例に係る光通信用モジュールの組立工程を示す斜視図である。

【図6】第1の実施形態の第2変形例に係る光通信用モジュールを示す側方断面図である。

【図7】第2の実施形態に係る光通信用モジュールを示す側方断面図である。

【図8】第3の実施形態に係る光通信用モジュールの検査方法を示す部分平面図である。

【図9】第3の実施形態に係る光通信用モジュールの検査方法を示す部分拡大斜視図である。

【図10】第3の実施形態に係る光通信用モジュールの検査方法を示す全体斜視図である。

【図11】従来の光通信用モジュールを示す側方断面図である。

【符号の説明】

100 パッケージ

101 ペルチェ素子

102 ベース

103 半導体レーザ素子

104 モニター用受光素子

105 光ファイバ

105A 第1の光ファイバ

105B 第2の光ファイバ

105a 入射部

105b ジャケット部

106 ファイバ押さえ部材

107 切欠き部

108 外部電極

109 外部リード

110 ボンディングワイヤ

111 筒状部

112 固定用樹脂

113 キャップ

120 位置決め用凹部

121 アライメントマーク

131 第1のフェルール

132 第2のフェルール

133 割スリーブ

134 連結部材

201 ペルチェ素子

202 送信用ベース

203 半導体レーザ素子

204 モニター用受光素子

205 光ファイバ

206 ファイバ押さえ部材

207 切欠き部

210 受信用ベース

211 光分岐器

212 受信用受光素子

213 小型アイソレータ

302 ベース

303 半導体レーザ素子

304 モニター用受光素子

305 凹状溝

307 切欠き部

308A 第1の外部電極

308B 第2の外部電極

308C 第3の外部電極

308D 第4の外部電極

309 第1のボンディングワイヤ

310A 第1の検査用電極

310B 第2の検査用電極

310C 第3の検査用電極

310D 第4の検査用電極

320 検査用基板

321 位置決め用凹部

322 フォトディテクタ

322a 受光部

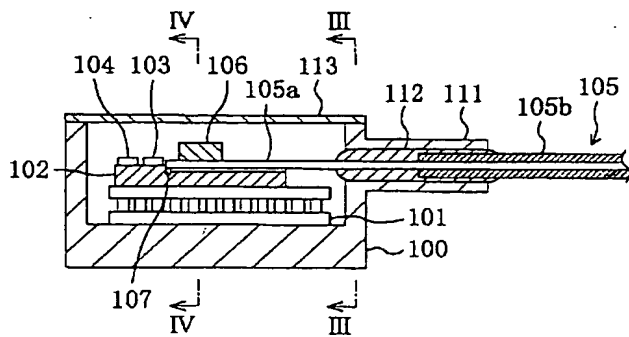
323A 第1のプロープ針

323B 第2のプロープ針

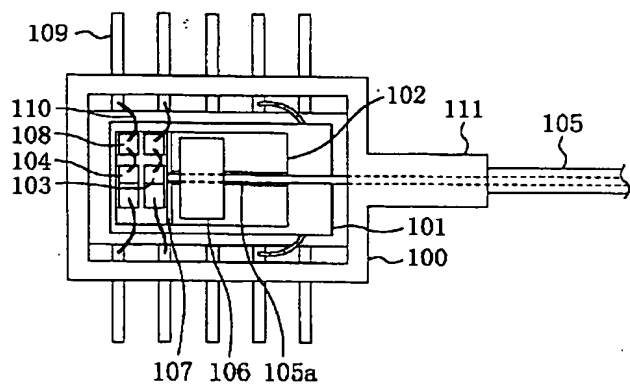
323C 第3のプロープ針

323D 第4のプロープ針

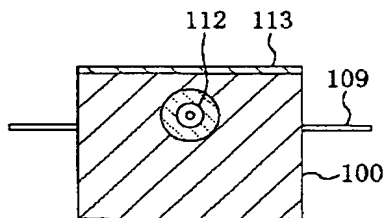
【図1】



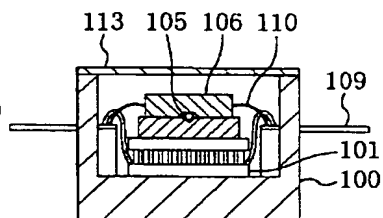
【図2】



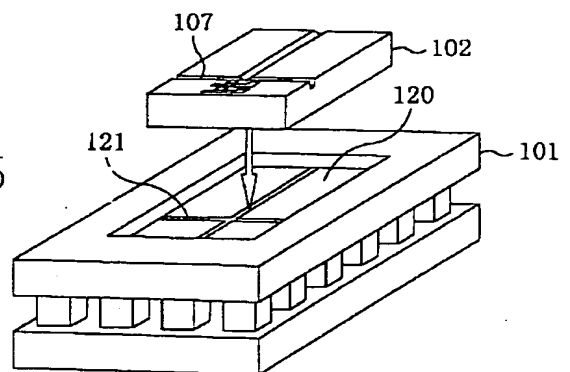
【図3】



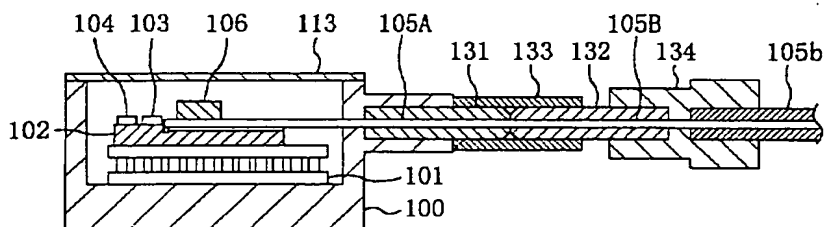
【図4】



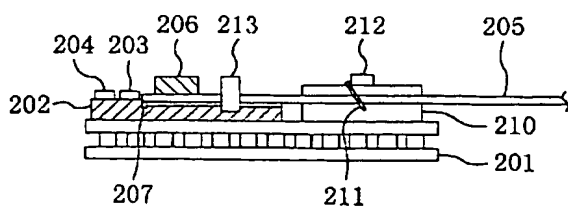
【図5】



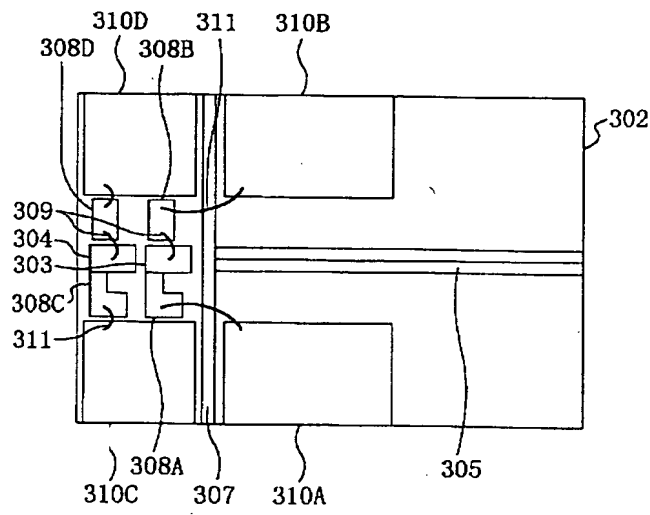
【図6】



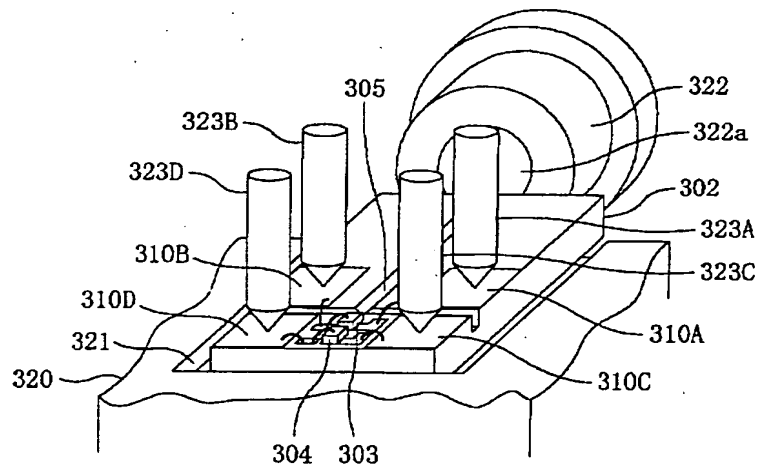
【図7】



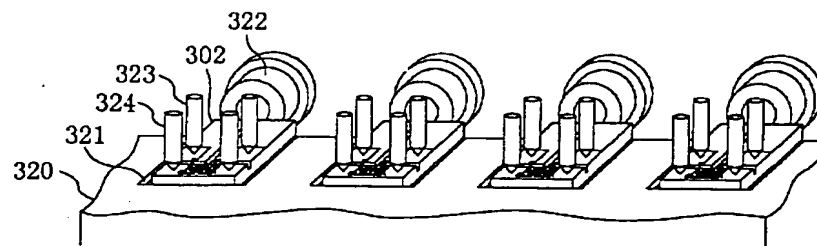
【図8】



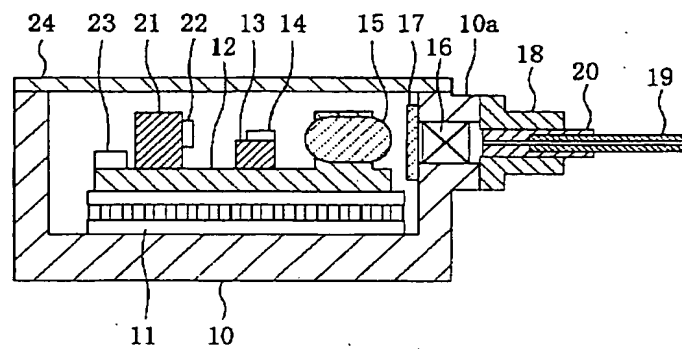
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72) 発明者 松田 賢一
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

This Page Blank (uspto)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)